

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

**MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIOS DE LONGA
DURAÇÃO - REVISÃO DE LITERATURA**

LUAN PINHO ORTIZ DA SILVA

SANTOS

2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

**MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO PÓS-EXERCÍCIOS DE LONGA
DURAÇÃO - REVISÃO DE LITERATURA**

LUAN PINHO ORTIZ DA SILVA

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal de
São Paulo como parte dos requisitos
para obtenção do título de bacharel em
Educação Física - modalidade Saúde

Orientador: Prof. Dr. Adalgiso Cardozo
Co-orientador: Prof. Dr. Fabrizio Caputo

SANTOS

2009

DEDICATÓRIA

Aos meus pais pela dedicação,
confiança, compreensão e esforço em
todos os momentos desta e de tantas
outras caminhadas.

*“ Enquanto houver você do outro lado,
aqui do outro eu consigo me orientar ”*

O Teatro Mágico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus orientadores, Adalgiso e Fabrizio, que me conduziram, corrigindo-me e apontando o caminho para a realização deste trabalho.

Aos meus familiares que me acompanharam de perto ao longo desses anos de graduação e acreditaram em mim e me apoiaram em todos os momentos.

A todos os meus amigos, da faculdade, de longa data, dos treinos, das festas, das repúblicas e tantos outros, por tornarem os bons momentos melhores ainda, e os maus momentos, mais fáceis de serem superados.

Aos professores pelo simples fato de estarem dispostos a ensinar.

A minha namorada pela paciência e companheirismo.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse aproveitar e concluir com êxito mais esta etapa.

OBRIGADO!

RESUMO

Dentre as competições desportivas que mais crescem em número de provas e de participantes, podemos destacar as provas de longa duração como uma das mais desafiantes e que despertam maior desejo de participação e superação. É necessário uma excelente condição física e mental para a participação neste tipo de competição, para isso a dedicação aos treinos, extremamente desgastantes, é de suma importância. Nesse sentido a recuperação pós-exercício torna-se um aspecto importante, uma vez que ocorrem redução dos estoques de energia e aumento da degradação de proteínas musculares. Com o intuito de acelerar o processo de recuperação os praticantes de exercícios de longa duração utilizam-se de vários métodos, como massagem, exercícios de baixa intensidade, contraste quente-frio, crioterapia, estratégias nutricionais e fisioterápicas, dentre outros. O objetivo deste trabalho foi reunir informações e descrever as respostas proporcionadas por métodos recuperativos pós-exercícios de longa duração, visando auxiliar atletas profissionais e amadores a melhorarem o seu processo de treinamento e sua performance em competições. Foram analisados artigos selecionados dos bancos de dados online como Medline, Scielo e Lilacs. O exercício de longa duração é capaz de causar efeitos depressores ao organismo, principalmente a depleção dos estoques de glicogênio e lesões musculares induzidas pelo exercício. A suplementação com carboidratos e proteínas mostrou-se eficiente na proteção contra as lesões e na aceleração do processo de ressíntese de glicogênio e proteínas musculares. a crioterapia, o contraste, a massagem, a suplementação com antioxidantes e a recuperação ativa, apresentaram resultados inconsistentes o que dificulta o desenho de alguma conclusão. O mesmo acontece com o ultrassom, a terapia de oxigênio hiperbárico, as roupas de compressão e a homeopatia que apresentam poucos estudos na literatura e seus resultados também são conflitantes. O alongamento mostrou pouca eficácia no processo de recuperação e os anti-inflamatórios não esteroidais, além de terem resultados bastante ambíguos, ainda apresentam um potencial efeito negativo a saúde quando utilizado exageradamente. Atentamos para a necessidade de mais estudos padronizados e específicos visando definir um método que favoreça o processo recuperativo pós-exercícios de longa duração.

Palavras-chave: Recuperação, exercício, lesão muscular induzida pelo exercício, dor muscular tardia, depleção de glicogênio.

ABSTRACT

Among the sports competitions that fastest growing in number of events and participants, we may highlight the long-term competitions as one of the most challenging and arouse greater desire for participation and overcoming. Its necessary an excelent physical and mental condition to participate in this type of competition, for this the dedication to the extremely exhausting training is of paramount importance. In this sense the post-exercise recovery becomes an important aspect, once they occur reducing energy supplies and increased degradation of muscle proteins. In order to accelerate the recovery process the practitioners of long-term exercise use in a variety of methods such as massage, low-intensity exercise, hot-cold contrast, cryotherapy, nutritional and physiotherapy strategies, among others. The objective of this study was to gather information and describe the responses provided by recuperative methods after long-duration exercises, to aid professional and amateurs athletes to improve their training process and their performance in competitions. We analyzed selected articles from online databases such as MEDLINE, SciELO and Lilacs. The long duration exercises can cause depressant effects to the body, especially the depletion of glycogen stores and exercise-induced muscle damage. Supplementation with carbohydrate and protein was shown to be effective in protecting against muscle injury and in accelerating the process of resynthesis of glycogen and muscle proteins. Cryotherapy, contrast, massage, supplementation with antioxidants and active recovery, showed inconsistent results which hampers the drawing of any conclusions. The same happens with the ultrasound, hyperbaric oxygen therapy, compression garments and homeopathy that have few studies and their results are also conflicting. The stretching showed little effectiveness in the recovery process and the non-steroidal anti-inflammatory drugs besides having ambiguous results still have a potencial negative health outcomes when used excessively. We pay attention to the need for more standardized and specific studies aimed at defining a method that favors the recuperative process after exercise of long duration.

Key-words: Recovery, exercise, exercise-induced muscle damage, delayed-onset muscle soreness, glycogen depletion.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	1
2.OBJETIVO.....	2
2.1.Geral.....	2
2.2.Específico.....	2
3.MATERIAIS E MÉTODOS.....	3
4.EFEITOS DEPRESSORES DO EXERCÍCIO.....	3
5.MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO.....	7
5.1.Crioterapia.....	7
5.2.Contraste.....	9
5.3.Massagem.....	10
5.4.Suplementação.....	12
5.4.1.Carboidrato e proteína.....	12
5.4.2.Antioxidantes.....	17
5.5.Alongamentos.....	20
5.6.Drogas anti-inflamatórias não esteroidais.....	21
5.7.Recuperação ativa.....	24
5.8.Outros.....	25
6.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

1.INTRODUÇÃO

Nos últimos anos cresceu muito o número de competições desportivas e também o interesse e a participação, tanto de atletas como de amadores, nessas competições. Dentre elas, com certeza, as provas de longa duração são as mais desafiantes e que despertam maior desejo de participação e superação.

Dentre as provas de longa duração podemos destacar as corridas de maratona (42 km) e ultramaratona (a partir de 84 km), os triatlons Ironman (3,8 km natação, 180 km ciclismo e 42 km corrida) e Ultraman (10 km de natação, 421 km de ciclismo e 84 km de corrida), as provas de ciclismo de etapas que chegam a durar até 21 dias (Tour de France, Vuelta Ciclista a España, Giro de Itália, Race Across América) e, mais recentemente, as corridas de aventura, um misto de diversos esportes radicais.

A participação nesses tipos de provas exige uma excelente condição física, ou seja, muito tempo e dedicação aos treinos que também são exercícios de longa duração e extremamente desgastantes, pois afetam o músculo esquelético reduzindo os estoques de energia e aumentando a degradação de proteínas musculares (NOAKES, 2000). Neste sentido a recuperação pós-exercício torna-se um aspecto importante de todo programa de condicionamento, tanto para atletas, como técnicos e diversos profissionais ligados à área da saúde (BARNETT, 2006).

A recuperação pós-exercício consiste em restaurar os sistemas do corpo a sua condição basal, determinando a homeostase. Segundo Platonov (1992) e Yessis (1987) a recuperação passa pelas seguintes fases: I) recuperação da capacidade de trabalho, em que o organismo tentará restaurar os depósitos de substratos utilizados, eliminar os metabólitos e restaurar, a níveis basais, os sistemas nervoso, cardiorrespiratório, endócrino e estrutural dos músculos; II) restauração e melhora do estado prévio do desportista – supercompensação; e III) estabilização de um novo estado de forma.

A negligência ao tempo necessário para restauração da condição física antes de submeterem-se a um novo estímulo caracteriza uma condição inadequada,

limitando o desempenho e aumentando os riscos de lesões. Ao longo do processo de treinamento uma sucessão de inadequada relação estímulo-recuperação pode levar a uma condição de *overreaching* ou até mesmo de *overtraining* (FOSTER, 2005). Utilizar o tempo de recuperação simplesmente como tempo de descanso pode ser uma atitude precipitada, pois a utilização de métodos adequados de recuperação pode acelerar este processo (GOMES; LEITE, 2007).

Visando acelerar o processo de recuperação, muitas pessoas têm utilizado na prática vários métodos, como por exemplo: massagem, exercícios ativos de baixa intensidade, contraste quente-frio, crioterapia, estratégias nutricionais e fisioterápicas, dentre outros.

Contudo, a falta de padronização para utilização das técnicas e controle das variáveis dificulta a comparação de resultados entre estudos de mesma natureza. Por isso faz-se necessário uma melhor definição de parâmetros relacionados ao gerenciamento de cada técnica, como tempo de exposição, temperatura, intensidade de aplicação, concentrações, etc.

2.OBJETIVOS

2.1.Geral

O objetivo desta revisão é reunir informações e descrever as respostas proporcionadas por métodos recuperativos pós-exercícios de longa duração, constituindo uma fonte de atualização do referido tema.

2.2.Específicos

- Definir as respostas do organismo a cada método de recuperação;
- Comparar a eficiência dos métodos de recuperação;
- Determinar o melhor e mais eficiente método de recuperação após exercícios de longa duração.

3.MATERIAIS E MÉTODOS

Os artigos foram obtidos por meio de pesquisa bibliográfica nos bancos de dados *online* Medline (*Medical Literature, Analysis and Retrieval System Online*), Scielo (*Scientific Electronic Library Online*) e Lilacs (Literatura Latino-americana e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde) utilizando o truncamento das seguintes palavras-chaves: recuperação, exercício, longa duração, endurance, lesão muscular induzida pelo exercício, depleção de glicogênio e dor muscular tardia.

Somente foram analisados os artigos que utilizaram humanos na pesquisa e publicados em inglês ou português sem restrição quanto ao ano de publicação.

4.EFEITOS DEPRESSORES DO EXERCÍCIO

O exercício físico é uma atividade muscular que gera força e interrompe a homeostase, provocando uma série de respostas fisiológicas nos sistemas corporais (MONTEIRO; SOBRAL FILHO, 2004). Desta forma os componentes estressantes das sessões de treinamento e as competições podem prejudicar temporariamente o desempenho dos praticantes, sendo eles atletas ou não. Este prejuízo pode ser transitório, durando minutos ou horas após o treino ou competição, ou alongar-se

por um período mais longo, até vários dias (BARNETT, 2006).

Os prejuízos de curto prazo são resultados de distúrbios metabólicos após exercício, onde a recuperação depende da restauração dos estoques de glicogênio, que geralmente ocorre dentro de 24 horas após exercícios exaustivos (JENTJENS; JEUKENDRUP, 2003). Já os prejuízos mais duradouros podem estar relacionados as lesões musculares induzidas pelo exercício (CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003).

Exercícios de longa duração demandam um grande gasto calórico, ou seja, uma grande produção de energia (ATP) através das diferentes vias metabólicas, incluindo os fosfagênios, glicólise anaeróbia, glicólise aeróbia e lipólise aeróbia (NOAKES, 2000). Grande parte desta energia é proveniente da oxidação de lipídeos, porém estudos como o de Rauch et al. (1998), mostraram que a taxa de oxidação de carboidratos permanece elevada em atletas que ingerem quantidades adequadas de carboidrato durante exercícios muito prolongado (6 h), por isso após uma sessão de ciclismo prolongado os níveis de glicogênio muscular e hepático estão bastante depletados (DENNIS; NOAKES; HAWLEY, 1997). De acordo com dados de estudos de laboratório (BOSCH; DENNIS; NOAKES, 1993) depois de pedalar a 40 km/h durante 4,5 h, espera-se que os ciclistas estejam perto de depleção total de glicogênio muscular.

Como tanto a depleção de glicogênio muscular quanto a de hepático ocorre no estado de fadiga, tem sido assumido popularmente que há uma relação direta de causalidade entre depleção de glicogênio, principalmente muscular, e o desenvolvimento da fadiga durante o exercício prolongado (NOAKES, 2000).

Além da depleção dos estoques de glicogênio, outra ocorrência bastante comum após a realização de qualquer atividade incomum, ou atividade de grande intensidade ou duração são as lesões musculares induzidas pelo exercício (TEE; BOSCH; LAMBERT, 2007). Os sintomas da lesão muscular induzida pelo exercício são comuns e facilmente caracterizados, incluem rigidez, inchaço, diminuição da força de contração muscular, dor muscular tardia e um aumento de proteínas intramusculares (creatina quinase, troponina I, mioglobina e miosina) no sangue (HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008).

Os eventos iniciais na lesão muscular induzida pelo exercício envolvem

rompimento focal das miofibrilas e do citoesqueleto, resultando em disrupção das linhas Z. Os danos também são visíveis nas mitocôndrias e no retículo sarcoplasmático. Após este processo de lesão ocorre uma perda na homeostase de cálcio (Ca^{2+}), o que ativa muitas proteases e fosfolipases dependentes de Ca^{2+} que irão degradar as proteínas estruturais e contráteis, bem como a membrana da miofibrila. Essas duas fases iniciais da lesão de fibras musculares são seguidas por uma fase fagocítica, durante a qual a resposta inflamatória permite a remoção do tecido danificado, e a fase de regeneração, durante a qual as fibras musculares danificadas são reparadas (TEE; BOSCH; LAMBERT, 2007).

As lesões induzidas pelo exercício podem ser decorrentes de dois tipos de estresse, mecânico ou metabólico. O modelo de estresse metabólico propõe que os eventos iniciais na lesão muscular induzida pelo exercício são causados por deficiências metabólicas dentro do músculo de trabalho, ou que as deficiências podem aumentar a vulnerabilidade das fibras musculares ao estresse mecânico.

Durante a atividade física, as vias metabólicas glicolítica e oxidativa são aumentadas para igualar a taxa de síntese de ATP com a taxa de hidrólise de ATP (KRISANDA; MORELAND; KUSHMERICK, 1988). No entanto, sempre há alguma redução nas concentrações de fosfatos de alta energia durante a atividade muscular (KRISANDA; MORELAND; KUSHMERICK, 1988). Teoricamente, é possível que os níveis de ATP diminuam a concentrações suficientemente baixas para induzir a lesão muscular, particularmente na presença de depleção de glicogênio grave. Warhol et al. (1985) realizaram um estudo histológico com corredores de maratona e constataram que os danos foram focais e limitados às fibras onde a depleção de glicogênio foi quase completa.

A hipótese mecânica refere-se ao dano que ocorre como uma consequência direta das cargas mecânicas nas miofibrilas. Contrações excêntricas geram um estiramento não uniforme dos sarcômeros e alguns atingem um ponto de ruptura, gerando dano (HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008).

Tee, Bosch e Lambert (2007) apresentam em sua revisão de literatura uma série de estudos que têm mostrado a síntese de glicogênio muscular prejudicada após exercícios que induzam lesões musculares. Este prejuízo no mecanismo de síntese de glicogênio pode estar associado a diminuição da absorção

de glicose nas células musculares lesadas. Inúmeros fatores podem dificultar a absorção de glicose por estas células, como por exemplo, a diminuição da sensibilidade à insulina, o aumento no metabolismo não-oxidativo em decorrência de danos estruturais a mitocôndria e a presença de células inflamatórias que competem pela glicose circulante.

É improvável que qualquer tipo de estresse muscular, mecânico ou metabólico, possa ocorrer de forma isolada, pois todas as ações musculares têm componentes metabólicos e mecânicos. No entanto, a contribuição relativa de cada tipo de estresse muscular pode ser diferente em cada protocolo de exercício utilizado. Portanto, quando há a tentativa de quantificar as lesões musculares induzidas pelo exercício, o principal tipo de estresse causado no músculo deve ser considerado, uma vez que isso terá consequências para a posterior reparação e adaptação (TEE; BOSCH; LAMBERT, 2007).

Vickers (2001) mostraram que, após uma maratona, a dor foi maior no 1º dia e diminuiu gradativamente, no entanto, após um exercício de “bench-stepping” a curva de dor muscular tinha a forma de um “U” invertido, atingindo o pico de dor em 48 horas. Esta diferença pode se dar ao fato de haver diferenças na resposta inflamatória em lesões induzidas por estresse predominantemente mecânico ou metabólico.

Na maioria dos estudos encontrados na literatura os investigadores usaram modelos de exercício de resistência excêntrico para induzir e estudar as lesões induzidas. Outros pesquisadores utilizaram protocolos de exercícios combinando contrações excêntricas e concêntricas, mas colocando ênfase no componente excêntrico, como corridas em descida e “bench-stepping” (CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003). Porém poucos estudiosos utilizam-se de protocolos de exercícios predominantemente concêntricos e de longa duração para estudar essas lesões (TEE; BOSCH; LAMBERT, 2007).

Enquanto mecanismos fisiopatológicos reais das lesões musculares induzidas pelo exercício continuam a ser elucidados, podemos apenas afirmar que, associadas à depleção dos estoques de glicogênio, elas resultam em uma diminuição do desempenho físico.

Nesse sentido, parece que após uma sessão de exercício de longa

duração existe uma acentuada depleção de glicogênio muscular e hepático, bem como a ocorrência de lesões musculares induzidas pelo exercício, decorrentes, predominantemente, de um estresse metabólico causado durante o exercício. Além disso, atividades com um grande componente excêntrico, podem exacerbar as lesões induzidas pelo exercício e a resposta inflamatória subsequente. Essas lesões prejudicam a síntese de glicogênio, causando um retardo na sua ressíntese após exercícios com essas características.

A rápida ressíntese de glicogênio pós-treino é importante para a recuperação entre as sessões de treinamento, quando os indivíduos tem que completar mais de uma sessão por dia (BARNETT, 2006), embora as reservas de glicogênio muscular possam ser completamente restauradas no prazo de 24 horas, com ingestão de carboidrato adequada (JENTJENS; JEUKENDRUP, 2003). Porém a recuperação plena da força após uma sessão de treino ou uma competição que gere lesões musculares pode levar vários dias (HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008).

Segundo Barnett (2006), para melhorar o processo de recuperação, os atletas executam frequentemente estruturadas sessões de recuperação. Qualquer intervenção utilizada, quer de forma profilática ou terapêutica, que pode contribuir para atenuar os efeitos negativos destas lesões musculares podendo ser benéficas para a redução da dor, manutenção da intensidade do treinamento e adesão exercício.

Várias modalidades de recuperação são usadas atualmente, e é importante saber a eficácia e a lógica subjacente a cada modalidade.

5.MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO

5.1.Crioterapia

Crioterapia é a aplicação de frio para fins terapêuticos. A aplicação superficial de gelo resulta em alterações na temperatura da pele, subcutânea,

intramuscular e articular. A diminuição da temperatura do tecido estimula os receptores cutâneos para excitar as fibras simpáticas adrenérgicas causando a constrição das arteríolas e vênulas locais. Isso resulta em uma redução de inchaço e uma diminuição da taxa de metabolismo, que por sua vez, reduz a resposta inflamatória, a permeabilidade vascular e a formação de edema (HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008; CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003).

Aplicações simples ou repetidas de massagem com gelo parecem ter uma eficácia limitada no tratamento da lesão muscular e nas dores musculares. Yackzan, Adams e Francis (1984) fizeram uma única aplicação de massagem com gelo de 15 minutos imediatamente após o exercício, ou 24 ou 48 horas após uma sessão de exercício excêntrico em mulheres e não encontraram nenhum efeito na dor muscular tardia e nem na amplitude de movimento.

Howatson e Van Someren (2003) utilizaram aplicações de massagem com gelo imediatamente após e em intervalos de 24 horas por 48 horas após exercício excêntrico e notaram uma redução no aparecimento de creatina quinase (CK), porém não encontraram efeito sobre a dor e a função muscular.

Outra forma de aplicação da crioterapia é a imersão em água gelada, mas que também parece ter pouco sucesso em aliviar as dores musculares e as lesões induzidas pelo exercício. Paddon-Jones e Quinley (1997), após uma sessão de exercícios excêntricos de braço, aplicaram cinco imersões em água gelada ($5^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$) por 20 minutos com um intervalo de 60 minutos entre cada imersão. Os resultados encontrados não mostraram diferenças significativas na dor e na função muscular entre o braço experimental e o braço controle.

Eston e Peters (1999) utilizaram um regime de tratamento menos intenso que consistiu em imersões em água a 15°C por 15 minutos, a cada 12 horas durante três dias após a realização de exercício excêntrico e resultou em uma significativa diminuição da rigidez muscular e da concentração de CK no sangue, mas não teve efeito na dor muscular e na força.

Da mesma forma, Yanagisawa et al. (2003) demonstraram efeitos benéficos da imersão em água gelada tanto em aplicações simples após exercício excêntrico, como em repetidas aplicações imediatamente após e 24 horas pós-exercício. Em ambos os casos houve uma redução da dor muscular em 48 horas.

Em síntese, alguns estudos demonstram algum efeito da crioterapia na redução de marcadores de lesão muscular no sangue (ESTON; PETERS, 1999; HOWATSON; VAN SOMEREN, 2003), para redução de sinais e sintomas como percepção do músculo dolorido ou, ainda, para o restabelecimento pleno de funções como amplitude de movimento e força (YANAGISAWA et al., 2003). Todavia, outros estudos apontam a incapacidade da crioterapia como forma terapêutica para as lesões musculares induzidas pelo exercício (ESTON; PETERS, 1999; PADDON-JONES; QUINGLEY, 1997; HOWATSON; VAN SOMEREN, 2003; YACKZAN; ADAMS; FRANCIS, 1984).

Assim, a crioterapia, além do seu efeito analgésico devido a inibição nervosa, oferece poucos benefícios no tratamento dos sinais e sintomas das lesões musculares induzidas pelo exercício.

As diferenças entre os resultados encontrados nos estudos citados anteriormente podem ser decorrentes da variação na frequência de aplicação de frio (em simples ou múltiplas aplicações), no tempo de exposição ao frio, na temperatura da água, bem como no protocolo de exercício utilizado para induzir as lesões musculares. São necessários mais estudos padronizados quanto a essas variáveis para que se consiga uma comparação efetiva e possibilite levantar hipóteses mais concretas sobre a utilização da crioterapia como forma de acelerar o processo de recuperação.

5.2. Contraste

A técnica de contraste consiste na alternância de exposição ao frio e calor, com o intuito de aumentar o metabolismo e, no esporte, tem sido utilizada nos processos de recuperação visando, também, à remoção do lactato sanguíneo (PASTRE et al., 2009).

Poucos estudos analisaram o efeito desta técnica no processo de recuperação, porém na maioria deles o contraste se mostrou efetivo no processo de

remoção de resíduos metabólicos.

Coffey, Laveritt e Gill (2004) utilizaram contraste por 15 minutos em 14 sujeitos fisicamente ativos e demonstraram melhor sensação de recuperação quando comparado com o método de recuperação ativa. Outros estudos, ainda, relataram uma maior taxa de remoção de catabólitos produzidos durante o exercício, relaxamento muscular e melhora na percepção subjetiva de recuperação com a aplicação do contraste (MORTON, 2007; GILL; BEAVEN; COOK, 2006). Porém, em todos os estudos citados os exercícios analisados foram de alta intensidade, portanto os achados não são conclusivos quanto a sua eficácia no processo de recuperação após exercícios de longa duração e, conseqüentemente, menor intensidade.

Sendo assim, faz-se necessário mais estudos atentando para aspectos metodológicos, como número de repetições (quente/frio), tempo total da técnica e variação de temperatura da água.

5.3. Massagem

Definida como a manipulação mecânica dos tecidos do corpo com movimentos rítmicos e cadenciados (PASTRE et al., 2009), visando o aumento do fluxo sanguíneo e conseqüente redução de edema e dor, aumento da remoção de lactato sanguíneo e alívio das dores musculares tardias (BARNETT, 2006). Para Cheung, Hume e Maxwell (2003) o aumento do fluxo sanguíneo oxigenado em áreas lesadas pode favorecer o restabelecimento da homeostase de Ca^{2+} intramuscular e a renovação mitocondrial de ATP.

Estudos analisando os efeitos da massagem nos sinais e sintomas das lesões musculares induzidas pelo exercício também variam. Rodenburg et al. (1994) observaram uma pequena redução na dor muscular após uma combinação de exercício excêntrico do antebraço, aquecimento, alongamento e massagem (6 minutos de deslizamento superficial e profundo, 30 segundos de tapotagem, 5

minutos de amassamento e 1 minuto de deslizamento profundo com intensidade decrescente). Porém, o efeito da massagem neste estudo não pode ser isolado do efeito do aquecimento e alongamento. Resultados semelhantes foram relatados por Zainuddin et al. (2005), 10 minutos de aplicação de massagem 3 horas pós-exercício excêntrico reduziu significativamente dor muscular, CK e circunferência do membro, porém não apresentou efeito sobre o desempenho muscular (força e amplitude de movimento). Não obstante, uma redução nos níveis de CK no sangue nos participantes massageados (deslizamento, amassamento e vibração) por 30 minutos 2 horas após o exercício excêntrico foi relatado (SMITH et al., 1994). Estes resultados confirmam os de Hilbert, Sforzo e Swensen (2003) que também encontraram redução da dor, mas nenhuma mudança na função muscular (força ou amplitude de movimento) em 20 minutos de massagem aplicada 2 horas após o exercício excêntrico máximo, e os de Tiidus e Shoemaker (1995) que também encontraram significante menor sensação de dor muscular tardia, com massagem (3 horas após o exercício) do que sem tratamento em 48 horas pós-exercício excêntrico intenso, mas não encontraram diferenças na recuperação da força pós-exercício entre a perna massageada e a perna controle em 96 horas pós-exercício.

Outros estudos não mostram efeitos benéficos da massagem na sensação de dor muscular tardia. Weber, Servedio e Woodall (1994) não encontraram melhoras na dor muscular e nem na recuperação da força pós-exercício com a aplicação de massagem imediatamente após e 24 horas depois de uma sessão de exercício excêntrico de alta intensidade. Da mesma forma, Hart, Swanik e Tierney (2005) também não encontraram nenhum efeito da aplicação de três sessões (24, 48 e 72 horas após exercício) de 5 minutos de massagem (dois ciclos de 75 segundos de amassamento + 75 segundos de deslizamento) na redução da dor muscular.

Estes resultados sugerem que o momento de aplicação da massagem pode ser um fator influente na redução dos sinais e sintomas das lesões musculares induzidas pelo exercício. Porém, esta pode ser uma conclusão equivocada, uma vez que existem poucos estudos analisando os efeitos de uma intervenção precoce.

Se a massagem reduz a percepção de dor sem o acompanhamento de uma recuperação fisiológica ou de desempenho, o atleta pode tentar treinar com

cargas além da sua capacidade atual. Isso pode levar a um nível inadequado de estresse, níveis indesejáveis de fadiga e maior risco potencial de lesão.

A maioria das provas indica que a massagem pode ser eficaz em aliviar a dor muscular, embora o seu efeito sobre a função muscular e o desempenho seja menos clara. Esta inconsistência nos resultados das pesquisas pode ser atribuído à uma série de limitações metodológicas (treinamento inadequado do terapeuta, diferentes técnicas de massagem utilizadas, variação no tempo e intensidade de aplicação da massagem e duração insuficiente do tratamento).

Em síntese, até o presente momento as provas não suportam a massagem como uma modalidade que melhora o processo de recuperação e mais estudos são necessários para determinar se as técnicas de manipulação manual dos tecidos lesados serve para estimular a cura ou prejudicá-la.

5.4.Suplementação

É a ingestão de produtos práticos antes, durante e/ou após os exercícios visando auxiliar no aumento do consumo energético e/ou do aporte vitamínico-mineral (BURKE; READ, 1993). Os principais suplementos utilizados durante os exercícios de endurance ou como forma de auxiliar na recuperação são: carboidrato, proteína, aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA's) e antioxidantes.

5.4.1.Carboidrato e proteína

O momento da ingestão e a composição da energia consumida após o exercício pode aprimorar o processo de recuperação e o reparo tecidual após

exercício de alto volume (KERKSICK et al., 2008). A ingestão de carboidrato antes do exercício visa maximizar os estoques endógenos de glicogênio, manter a glicemia durante os exercícios de endurance e ainda reduzir as lesões musculares relacionadas ao exercício (KAVOURAS; TROUP; BERNING, 2004). Estes autores instruíram 12 ciclistas treinados a realizar 45 minutos de ciclismo a 82% do $VO_{2máx}$ após 6 dias de uma dieta isoenergética rica em carboidrato (600 g) ou pobre em carboidrato (100 g). Antes do exercício, as concentrações de glicogênio muscular eram maiores para a condição elevada de carboidratos quando comparados a condição escassa de carboidratos. A glicemia aumentou durante o exercício para a condição elevada de carboidrato, mas não teve alteração na condição escassa de carboidrato. E após o exercício os níveis de glicose foram significativamente maiores na condição elevada de carboidrato comparados a condição escassa de carboidratos. Isto sugere que indivíduos que consomem altas quantidades de carboidratos estão mais aptos a manter os níveis de glicose sanguínea. Bussau et al. (2002) demonstraram que consumir uma dieta rica em carboidrato de alto índice glicêmico (10g/kg/dia) por menos de um dia pode produzir um significativo aumento dos níveis de glicogênio muscular que podem durar por até 3 dias.

Em contraste, Febbraio e Stewart (1996) relataram que a ingestão de uma refeição de alto índice glicêmico 45 minutos antes de um exercício de ciclismo de 135 minutos não foi capaz de alterar a utilização de glicogênio muscular ou o desempenho quando comparado ao consumo uma refeição de baixo índice glicêmico ou água. Mais tarde Febbraio et al. (2000a), não encontraram diferenças no desempenho após 150 minutos de ciclismo a 70% do $VO_{2máx}$ quando uma refeição de alto índice glicêmico ou baixo índice glicêmico foi consumida 30 minutos antes do exercício.

A ingestão conjunta de proteína e carboidrato 15 minutos antes ou depois de completar uma sessão de exercício excêntrico potencialmente lesivo, não foi capaz de alterar marcadores de lesão muscular como CK e produção de força máxima (WHITE et al., 2008).

Kerksick et al. apresentam em sua revisão de literatura uma série de estudos que demonstram que a suplementação com carboidrato apenas (McCONNELL et al., 1999; FIELDING et al., 1985; PATTERSON; GRAY, 2007;

FEBBRAIO et al., 2000(b); NICHOLAS, 1995; WIDRICK et al., 1993) ou de uma mistura de carboidrato e proteína (IVY et al., 2003; SAUNDERS; LUDEN; HERRICK, 2007) exercem um efeito positivo na manutenção da glicemia durante o exercício e na melhora da performance.

Segundo Jentjens et al. (2001) e Jentjens e Jeukendrup (2003), se um atleta esta com os estoques de glicogênio depletados após exercício, a ingestão de 0,6-1 g de carboidrato/kg/h durante os primeiros 30 minutos, e novamente a cada 2 horas por 4-6 horas, pode repor os estoques de glicogênio. Da mesma forma, Van Loon, Saris e Kruijshoop (2000) defendem que a máxima taxa de ressíntese de oxigênio é atingida quando 1,2 g de carboidrato/kg/h é consumida a cada 15-30 minutos. Sendo assim, a ingestão frequente de carboidratos em quantidades elevadas ao longo de 4-6 horas após exercício é recomendada para garantir a recuperação do glicogênio muscular e hepático (JEUKENDRUP; JENTJENS; MOSELEY, 2005).

Vários estudos sugerem que a adição de proteína à suplementação de carboidrato após exercício pode promover uma maior recuperação do glicogênio muscular e atenuar as lesões musculares. Ivy et al. (2002) demonstraram que ciclistas que realizaram um teste de ciclismo intenso de 2,5 horas e ingeriram, imediatamente e 2 horas após o exercício, uma da bebida rica ou pobre em carboidrato não tiveram diferenças na repleção de glicogênio, porém ciclistas que consumiram uma mistura de carboidrato, proteína e gordura obtiveram uma maior taxa de reposição dos estoques de glicogênio muscular. Os autores concluíram que a suplementação com esta mistura pode ser mais efetiva devido a maior resposta da insulina. Berardi et al. (2006) e Tamopolski et al. (1997) utilizaram sessões de ciclismo de 60-90 minutos em diferentes situações, antes da ingestão de carboidrato e proteína ou carboidrato apenas. Ambos os autores concluíram que a ingestão de qualquer uma das preparações de carboidratos resultou em uma maior restauração do glicogênio muscular quando comparado ao placebo. Para Berardi et al. (2006), porém, relataram níveis ainda maiores de glicogênio quando a combinação de carboidrato e proteína foi consumida após o exercício. A disponibilidade de aminoácidos essenciais, principalmente os BCAA's, tem sido relacionada com uma melhora na recuperação, através da otimização da taxa de ressíntese de proteína,

bem como a de glicogênio após o exercício (IVY, 1998; IVY et al., 2002; TAMOPOLSKI, 1997). Estes estudos sugerem que a ingestão de carboidratos (1,5 g/dia/kg) dentro de 30 minutos após o término do exercício promove a restauração do glicogênio muscular, enquanto a adição de proteína pode ter benefícios adicionais no aumento da ressíntese de proteína e glicogênio muscular.

Tem sido mostrado que a ressíntese de glicogênio fica prejudicada após a realização de exercício excêntrico de alta intensidade (CONNOLLY; McHUGH; PADILLA-ZAKOUR, 2006). Costill et al. (1990) identificaram uma significativa menor ressíntese de glicogênio no quadríceps após contrações excêntricas de extensão de joelho seguidas de 60 minutos de ciclismo a 70% do $\text{VO}_2\text{máx}$ quando comparado ao membro controle contralateral. Isto pode se dar ao fato de que as células inflamatórias presentes no membro exercitado competem com as células musculares pela glicose circulante.

As pesquisas publicadas a respeito da utilização da suplementação com carboidratos para prevenir ou aliviar os sinais e sintomas das lesões musculares induzidas pelo exercício tem mostrado pouca eficiência deste método. Close et al. (2005) comparam dietas rica em carboidrato (77%) e pobre em carboidrato (11%) durante 48 horas antes de 30 minutos de corrida em descida. Eles não encontraram diferença significativa na dor muscular, CK, glutatona ou função muscular. Estes resultados reforçam o de outros estudos que também não encontraram diferenças significativas entre estados de glicogênio depletado ou não depletado para dor muscular, força isométrica máxima, ângulo do joelho relaxado e circunferência da coxa depois de 15 minutos de corrida em descida (NELSON; CONLEE; PARCELL, 2004).

A utilização da suplementação com proteína no intuito de prevenir ou aliviar os sintomas das lesões musculares induzidas pelo exercício é pouco estudada. Shimura et al. (2006), administraram 5 g de aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA) 15 minutos antes de um exercício de agachamento, os resultados encontrados demonstraram uma redução na dor muscular 4 dias após o exercício para mulheres, mas não para homens. Os autores sugerem que esta discrepância nos resultados entre os sexos pode ser atribuída a menor dose relativa nos homens. Reforçando estes dados, Greer et al. (2007) submeteram 9 homens não treinados a

3 testes de 90 minutos a 55% do $\text{VO}_2\text{máx}$ (separados por 8 semanas), em cada teste os indivíduos consumiam uma bebida contendo carboidrato, BCAA ou placebo imediatamente antes e a 60 minutos do exercício. Os autores relataram uma menor atividade da CK e uma menor percepção subjetiva de dor 24 horas após o exercício. Outro estudo analisou duas estratégias de suplementação com aminoácidos. Enquanto a administração de 3,6 g, 30 minutos antes e imediatamente após o exercício (900 repetições de flexão de braço), não teve efeito em nenhum marcador de lesão muscular, quando a suplementação foi estendida por 4 dias após o exercício (totalizando 36 g de aminoácidos) houve uma significativa diminuição na CK, mioglobina sanguínea e dor muscular (NOSAKA; SACCO; MAWATARI, 2006).

A ingestão conjunta de carboidrato e proteína também pode promover um efeito sinergista atenuante na lesão muscular (SAUNDERS; KANE; TODD, 2004). Utilizando um protocolo que consistia em dois testes de ciclismo até a exaustão, o primeiro a 75% do $\text{VO}_2\text{máx}$ e o segundo a 85% do $\text{VO}_2\text{máx}$ 12-15 horas após, e comparando a ingestão de carboidrato apenas com a ingestão de uma bebida contendo carboidrato e proteína durante e imediatamente após o exercício, os autores encontraram uma significativa redução das concentrações de CK e uma significativa melhora do desempenho. Esses achados indicam que a ingestão conjunta de carboidrato e proteína aumenta o tempo até exaustão e reduz as lesões musculares em exercícios de endurance prolongados. Da mesma forma, Wojcik et al. (2001), encontraram pequenas reduções nos níveis de CK após exercício excêntrico (100 contrações excêntricas de quadríceps) executado em um estado de glicogênio depletado em decorrência da ingestão de uma mistura de carboidrato e proteína 2 horas e imediatamente antes do exercício, porém, em contraste este estudo não apresentou diferenças em outros marcadores de lesão muscular (função muscular, IL-6 sanguíneo ou 3-metil-histidina na urina).

Enquanto existem evidências de que a ressíntese de glicogênio fica prejudicada pela lesão muscular induzida pelo exercício, parece que a suplementação com carboidrato tem pouco ou nenhum efeito na atenuação dos sinais e sintomas destas lesões. Porém, há evidências de que a suplementação com proteína ou uma mistura de proteína com carboidrato pode promover proteção contra as lesões musculares induzidas pelo exercício. Mais pesquisas podem ser

conduzidas a fim de elucidar quando a ingestão combinada de carboidrato e proteína promove algum benefício além daquele promovido apenas pela ingestão de proteína.

5.4.2. Antioxidantes

As contrações musculares resultam no aumento da produção de radicais e outras espécies reativas de oxigênio, uma vez que estas moléculas são prejudiciais ao organismo, não é surpresa que células musculares tenham mecanismos de defesa para reduzir os riscos de danos oxidativos (POWERS et al., 2004). Para muitos autores como, Powers et al. (2004), Bloomer (2007) e Howatson e Van Someren (2008), os antioxidantes da dieta interagem com os antioxidantes endógenos para gerar uma rede cooperativa diminuindo a produção das espécies reativas de oxigênio e os danos associados a elas.

Tem sido sugerido que as espécies reativas de oxigênio podem desempenhar um papel tanto na iniciação, quanto na progressão da lesão das fibras musculares. Esta lesão pode resultar de períodos temporários de isquemia seguida e reperfusão e geração de xantina oxidase. Além disso, a atividade respiratória dos neutrófilos pode dar origem a espécies reativas de oxigênio durante ou após o exercício extenuante. Estas espécies reativas podem promover a oxidação de várias proteínas, incluindo as responsáveis pela liberação de cálcio, tais como receptores de rianodina associadas ao retículo sarcoplasmático. Além disso, a atividade da adenosina trifosfatase é inibida com a exposição as espécies reativas de oxigênio. Prejuízos na liberação e reabsorção de cálcio pode causar a perda da capacidade contrátil do músculo e a produção de força. Isso, juntamente com a destruição do sarcolema devido à extensa peroxidação lipídica e dano oxidativo a proteínas estruturais e contráteis dentro do músculo, podem levar a uma queda no desempenho muscular. Acredita-se que a terapia com antioxidantes pode funcionar para atenuar os sinais e sintomas de lesões musculares, talvez por minimizar os

efeitos prejudiciais das espécies reativas de oxigênio (GOLDFARB, 1999).

A maioria dos estudos com antioxidantes estão focados na administração de vitamina C (ácido ascórbico) e/ou vitamina E (tocoferol).

A suplementação com 3000 mg/dia de vitamina C durante 14 dias que antecederam 70 contrações excêntricas dos flexores de cotovelo e de 4 dia pós-exercício tem se mostrado capaz de reduzir significativamente a dor muscular durante as primeiras 24 horas pós-exercício, porém depois disso uma redução não significativa da dor foi observada nas 96 horas seguintes (BRYER; GOLDFARB, 2006). Ainda neste estudo os autores não encontraram efeito da suplementação com vitamina C na redução de CK entre 48 e 96 horas pós-exercício, na máxima força isométrica ou na amplitude de movimento. Este estudo suporta os achados de Kaminsky e Boal (1992) que demonstraram que 3000 mg/dia de vitamina C administradas durante 3 dias antes, durante e 4 dias pós-exercício (15 minutos de flexão e extensão plantar) diminuiu a dor muscular. Além disso, Thompson et al. (2001) mostraram anteriormente que a suplementação com 400 mg/dia de vitamina C durante 12 dias anteriormente a 90 minutos de corrida intermitente foi capaz de reduzir significativamente interleucina-6 (IL-6) e dor muscular, embora não tenha tido efeito nenhum sobre CK e função muscular.

Em contraste a estes estudos, Connolly et al. (2006), mostraram que a suplementação de 3000 mg/dia com vitamina C durante 3 dias antes e 5 dias após exercício excêntrico não teve nenhum efeito sobre a perda de força, dor muscular ou amplitude de movimento. Além disso, Childs et al (2001), relataram que a suplementação com vitamina C pode ser contra indicada na redução das lesões induzidas pelo exercício, uma vez que promoveu aumentos na CK e lactato desidrogenase (indicativo de diminuição da integridade da membrana) quando foram administradas 12,5 mg/kg de vitamina C e 10 mg/kg de N-acetilcisteína (promove o aumento da glutathione intracelular) durante 7 dias seguidos de 30 contrações excêntricas dos flexores do cotovelo. Da mesma forma, a administração de 1000 mg/dia de vitamina C, 2 horas antes e durante 14 dias após corrida em descida retarda a recuperação da função muscular, apesar de ser eficaz em atenuar o aumento das espécies reativas de oxigênio (CLOSE et al., 2006).

A suplementação com 1000 IU/dia de vitamina E durante 12 semanas

antes da execução de um exercício prejudicial aos músculos apresentou uma resposta atenuada da CK (SACHECK et al., 2003), assim como no estudo de McBride et al. (1998) que utilizaram uma dose de 1200 IU/dia de vitamina E durante 14 dias. Satoshi et al. (1989) demonstraram que 4 semanas de suplementação de vitamina E impediram o aumento de marcadores de lesão muscular observada nos não suplementados controles após exercício máximo de ciclismo de alta intensidade. Em contraste, Beaton et al. (2002) concluíram que apesar de 1200 IU/dia de vitamina E tomadas durante 30 dias antes de 240 contrações excêntricas máximas ter proporcionado um aumento de quase 3 vezes na concentração de vitamina E sanguínea, não houve efeito na CK sérica, rompimento das linhas-Z, torque muscular ou dor muscular. Da mesma forma que Helgheim et al. (1979) relataram que a suplementação com vitamina E foi ineficaz na prevenção de um aumento dos marcadores sanguíneos de lesão muscular.

Alguns estudos tem investigado o efeito sinérgico da combinação de vitamina C e E.

Shafat et al. (2004) relataram que uma dose de 500 mg/dia de vitamina C e 1200 IU/dia de vitamina E tomadas durante 37 dias atenuou o declínio do torque excêntrico durante 300 contrações excêntricas máximas dos extensores do joelho e na função muscular por 2 dias pós-exercício em comparação a um grupo controle. Mulheres tomando uma dose diária de vitamina C (1000 mg) e vitamina E (400 IU) durante 14 dias antes e 2 dias após exercício excêntrico dos flexores de cotovelo demonstraram diminuídas concentrações de indicadores de estresse oxidativo e lesão muscular no sangue (GOLDFARB; BLOOMER; McKENZIE, 2005).

Em contradição, a suplementação prévia com 1000 mg/dia de vitamina C e 300 mg/dia de vitamina E durante 6 semanas, não teve efeito sobre os marcadores de danos musculares (CK e lactato desidrogenase) ou função muscular dos isquiotibiais e quadríceps após uma ultramaratona de 50 km (MASTALLOUDIS et al., 2006). Da mesma forma, Kanter, Nolte e Holloszy (1993), relataram que a suplementação diária com uma mistura de antioxidantes (30 mg de b-caroteno, 592 mg vitamina E e 1000 mg de vitamina C) não foi capaz de impedir o aumento de indicadores de estresse oxidativo induzido pelo exercício após corrida de moderada a alta intensidade na esteira.

Em síntese, a literatura é ambígua no que diz respeito aos efeitos da suplementação com antioxidantes no processo de recuperação. Diferenças na dose, no momento da suplementação e os exercícios utilizados podem dificultar o desenho de uma conclusão definitiva, no entanto, sugere-se que a longo prazo a suplementação com vitamina C, vitamina E ou combinadas pode reduzir os sinais e sintomas das lesões musculares induzidas pelo exercício através da redução das espécies reativas de oxigênio.

5.5. Alongamento

Alongar os músculos tem como função primária aumentar a amplitude de movimento sobre as articulações (BARNETT, 2006). Porém, o alongamento tem sido amplamente utilizado pré-exercícios como forma de prevenir lesões e pós-exercícios para aliviar espasmos musculares e auxiliar na redução de edemas (CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003), podendo desta forma acelerar o processo de recuperação após exercícios.

Uma breve metanálise de cinco estudos encontrou que o alongamento pode reduzir a dor 72 horas após exercício em 2 mm numa escala análoga de 100 mm, mas esta magnitude não é estatisticamente significativa (HERBERT; GABRIEL, 2002). Pizza et al. (2002) mostraram que alongamento passivo executado antes de exercício excêntrico reduz a resposta inflamatória, sugerindo assim que o alongamento anterior ao exercício pode proteger as células musculares contra lesões induzidas pelo exercício. Da mesma forma Koh e Brooks (2001) relataram que o alongamento passivo promove proteção contra dano muscular quando exercício prejudicial é executado 2 semanas depois; além disso, a magnitude desta proteção era aproximadamente 50% daquela oferecida pela realização de exercício de excêntrico anterior. Foram mostradas atividade reduzida de CK e perdas atenuadas de força quando o alongamento é executado em combinação com aquecimento e massagem pós-exercício (RODENBURG et al., 1994).

Em contraste, alongamento estático executado antes de exercício excêntrico não resultou em nenhum efeito na dor muscular e na força máxima (JOHANSSON et al., 1999; LUND et al., 1998) ou na resposta de CK (LUND et al., 1998). É importante notar que ambos os estudos foram realizados com mulheres; é então possível que diferença de sexo possa justificar estes achados. Porém, High, Howley e Franks (1989) também relataram nenhum efeito do alongamento passivo na dor muscular em uma amostra mista (homens e mulheres) após exercício excêntrico.

A maioria dos estudos envolvendo o alongamento após a sessão de exercício não mostrou efeito benéfico na redução da dor muscular tardia. Buroker e Schwane (1988) induziram dor muscular tardia em 23 sujeitos com 30 minutos de step, e não encontraram nem alívio temporário da dor imediatamente após o alongamento, nem redução da dor em um período de três dias pós-exercício. A realização de alongamento antes ou depois de uma sessão de exercício que induziu dor muscular tardia não se mostrou efetivo para a redução subjetiva da dor nas 72 horas seguintes ao exercício (WESSEL; WAN, 1994). Da mesma forma, Gulick et al. (1996), também não demonstraram efeito positivo de 10 minutos de alongamento estático como forma de reduzir os sinais e sintomas da dor muscular tardia após exercício excêntrico.

A literatura atual apresenta uma eficácia reduzida do alongamento como forma de prevenir ou reduzir as lesões musculares induzidas pelo exercício. Porém, previamente foi realçado que outros protocolos de alongamento ainda não investigados, como facilitação neuromuscular, técnicas de alongamento balístico ou dinâmico podem ser benéficos, o que direciona para pesquisas futuras.

5.6.Drogas anti-inflamatória não esteroideais

Este tipo de droga é amplamente utilizado, principalmente, pelo seu efeito de alívio da dor e efeito anti-inflamatório. Elas agem inibindo as enzimas envolvidas

na síntese de prostaglandinas, potentes moduladores inflamatórios (BARNETT, 2006). Uma diminuição na resposta inflamatória leva a uma redução de edema muscular e de pressão intramuscular, dois fatores que contribuem para a dor muscular (CHEUNG; BOSCH; MAXWELL, 2003). Os exemplos mais comuns desse tipo de droga são: ibuprofeno, aspirina e diclofenaco.

Lanier (2003) notou que as pesquisas são contraditórias quanto ao efeito dos anti-inflamatórios na força muscular e na taxa de recuperação da função muscular após exercício.

A administração profilática de cetoprofeno mostrou-se significativa para atenuar a dor e acelerar a recuperação da função muscular após exercício excêntrico máximo. Com doses de 25 e 100 mg reduziu-se a dor em 19 e 10% respectivamente, e aumentou a função muscular em 9 e 16% respectivamente (SAYERS et al., 2001). Similarmente, Hasson et al. (1992, 1993) relataram redução significativa na percepção de dor muscular em 48 horas após exercício para um grupo experimental que recebeu administração terapêutica ou profilática de ibuprofeno, dexametasona, e aspirina quando comparado com um grupo placebo ou um grupo controle.

Da mesma forma, outros autores também encontraram efeitos positivos da administração de anti-inflamatórios no processo de recuperação. O'Grady et al. (2000) demonstraram uma redução na inflamação muscular e CK após 20 minutos de "step" extenuante. Os indivíduos tomaram 150 mg de diclofenaco de sódio oral ("Voltaren") durante 27 dias e a sessão de exercício foi realizada no 15º dia de administração da droga. Além disso, ibuprofeno tomado antes e depois do exercício (2400 mg) atenuou a lesão muscular, como demonstrado pelo aparecimento reduzido de CK no sangue (PIZZA et al., 1999). Tokmakidis et al. (2003) também relataram menor dor muscular em 24 horas e CK em 48 horas após exercício excêntrico de flexão/extensão de perna quando 400 mg de ibuprofeno foi administrada a cada 8 horas durante 48 horas. Porém não houve nenhum efeito na força máxima, no salto vertical ou na amplitude de movimento do joelho.

Outros autores não mostram efeito positivo na percepção de dor muscular após utilização de anti-inflamatórios. Donnely, Maughan e Whiting (1990) administraram 1200 mg de ibuprofeno em 16 participantes antes de uma corrida em

descida de 45 minutos a uma velocidade que gerou 70% da frequência cardíaca máxima, e em seguida 600 mg a cada 6 horas durante 72 horas pós-exercício. A dose total (8400 mg) administrada por Donnely, Maughan e Whiting (1990) foi sete vezes maior do que a dose utilizada por Hasson et al. (1993), no entanto, apesar da administração profilática e terapêutica, neste estudo, o efeito dos anti-inflamatórios foi mínimo comparado com o grupo placebo de 16 participantes. O ibuprofeno não afetou a dor muscular, a força muscular ou o tempo de resistência isométrica a 50% da força máxima. CK sérica e uréia foram maiores no grupo do ibuprofeno após a corrida. Segundo Gulick et al. (1996) altas doses de anti-inflamatórios podem impedir a produção de proteínas miofibrilares e atrasar o processo de reparo do tecido danificado.

Da mesma forma, a administração de flurbiprofeno, desde o dia anterior ao exercício até 4 dias após, não apresentou nenhum efeito sobre a atividade enzimática nem sobre a dor muscular nas 48 horas pós-exercício para 6 ciclistas treinados que completaram três testes de 30 minutos a 80% do consumo máximo de oxigênio em um cicloergômetro (KUIPERS et al., 1985).

O uso excessivo crônico de anti-inflamatórios também tem sido relacionado a certos efeitos adversos, como por exemplo, o aumento da incidência de úlceras gástricas, insuficiência renal e danos ao fígado (ADAMS et al., 1989; BALDWIN-LANIER, 2003). Os pesquisadores devem, portanto, reconhecer as potenciais consequências de promover o uso de anti-inflamatórios ao público em geral em termos das contra-indicações ao uso dessas drogas, e devem reconhecer a sua responsabilidade como educadores contra o abuso de drogas.

Esta inconsistência dos resultados pode ser atribuída ao momento da administração da droga e/ou a dosagem da droga utilizada., bem como aos métodos de indução e quantificação das lesões musculares.

Uma vez que os resultados encontrados não são conclusivos e que existe um potencial efeito negativo do uso prolongado de drogas anti-inflamatórias, não é recomendada a utilização deste método como forma de prevenir ou acelerar o processo de recuperação das lesões induzidas pelo exercício.

5.7. Recuperação ativa

É a realização de exercícios contínuos aeróbios de baixa intensidade (PASTRE et al., 2009). Esta prática seria capaz de reduzir os sintomas das lesões induzidas pelo exercício uma vez que promove um aumento no fluxo sanguíneo e consequentemente eleva a taxa de remoção de resíduos nocivos. Além disso, aumenta a liberação de endorfina, causando um efeito analgésico, porém, este efeito é temporário e a dor pode voltar logo que o exercício é cessado (CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003; HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008).

Estudos analisando o efeito terapêutico do exercício nas lesões induzidas têm mostrado resultados contraditórios.

Em um estudo com jogadores de rugby, Gill, Beaven e Cook (2006), demonstraram que a recuperação ativa, assim como terapia de contraste e roupas de compressão são significativamente mais eficientes do que a recuperação passiva na redução de CK no exsudato. Porém, estes resultados não estão de acordo com os Suzuki et al. (2004) que não encontraram efeitos da recuperação ativa em jogadores de rugby após a partida.

A execução de 8 (WEBER; SERVEDIO; WOODALL, 1994) a 10 minutos (GULICK et al., 1996) de ergômetro de braço imediatamente após uma atividade muscular excêntrica de cotovelo (induzindo dor muscular tardia) (WEBER; SERVEDIO; WOODALL, 1994) e extensores do pulso (GULICK et al., 1996) não revelaram diferenças estatisticamente significativas na dor muscular em 24, 48 e/ou 72 horas após o exercício quando comparado com o grupo controle. Outros estudos também obtiveram êxito com a utilização da recuperação ativa, exercício em cicloergômetro a 40% (DUPONT et al., 2004) ou 20% do VO_{2max} (TAKAHASHI et al., 2005).

Em contraste, Hasson, Williams e Signorile (1989) relataram significativa redução da dor muscular tardia 48 horas após exercício isocinético concêntrico de alta velocidade (6x20 contrações voluntárias máximas dos flexores e extensores de joelho a 5.23 rad/sec) executados 24 horas após exercício de “*bench-stepping*”. Essa

contradição nos achados podem se dar ao fato de se utilizar diferentes protocolos de exercícios, como tipo, momento e intensidade do exercício realizado. Da mesma forma, Martin et al. (2004) não encontraram diferenças significativas no tempo de recuperação dos processos contráteis quando compararam a recuperação ativa com estimulação mioelétrica e recuperação passiva.

Bonen et al. (1985) analisaram a taxa de ressíntese de glicogênio durante recuperação passiva e ativa. Os resultados sugerem que a recuperação ativa pode limitar a ressíntese de glicogênio. Porém, outros dois estudos não relataram diferenças significativas na ressíntese de glicogênio após ambos os métodos, passivo e ativo, de recuperação, mas possivelmente porque a duração da recuperação foi de apenas 10 (BANGSBO et al., 1994) ou 15 minutos (McAINCH; FEBBRAIO; PARKIN, 2004), o que pode ser insuficiente para a ocorrência de uma ressíntese significativa.

Como nas outras técnicas, na recuperação ativa, não se sabe claramente qual o tipo e a intensidade do exercício, bem como o tempo de exposição mais adequado para haver uma redução das lesões induzidas pelo exercício sem haver prejuízo no processo de ressíntese do glicogênio muscular e hepático.

5.8.Outros

Ainda existem muitos outros métodos que podem ser utilizados como forma terapêutica, visando acelerar o processo de recuperação pós-exercício, como por exemplo: estimulação mioelétrica, ultra-som, terapia de oxigênio hiperbárico, roupas de compressão, homeopatia, dentre outros.

Porém, estes métodos são mais caros e complexos de serem aplicados ou muito novo (roupas de compressão), por isso poucos estudos são encontrados na literatura que analisem o seu potencial efeito benéfico no processo de recuperação.

Barnett (2006) concluiu que as pesquisas publicadas não suportam a

possível eficácia da terapia de oxigênio hiperbárico como uma modalidade de recuperação no programa de treinamento de atletas de elite. O custo do tratamento, tanto de equipamentos como de pessoal devidamente qualificado, o possível risco de toxicidade do oxigênio e o risco de explosão são barreiras adicionais para o uso da terapia de oxigênio hiperbárico (BARNETT, 2006; CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003).

A utilização de estimulação mioelétrica tem mostrado algum efeito benéfico no tratamento das lesões musculares induzidas pelo exercício e na redução da dor muscular (HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008; CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003). Porém, para Barnett (2006) a estimulação mioelétrica não acelera o processo de recuperação. As principais adversidades para a utilização desta técnica é a necessidade de um treinamento específico para a aplicação e os equipamentos podem ser muito caro (HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008; CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003; BARNETT, 2006), além disso, esta técnica tem como alvo músculos isolados, o que pode ter pouca validade em um ambiente atlético, uma vez que indivíduos raramente experimentam danos e dor em músculos isolados (HOWATSON; VAN SOMEREN, 2008).

Existem alguns estudos que demonstram alguma melhora no processo de recuperação de jogadores de rugby após uma partida com a utilização de roupas de compressão, porém os achados a respeito desta técnica para a recuperação pós-exercício ainda não é muito clara (BARNETT, 2006). Kraemer et al. (2001) demonstraram uma prevenção na perda de extensão de cotovelo, redução do inchaço e promoção da recuperação de produção de força quando 15 homens, saudáveis, não treinados utilizaram continuamente uma “manga” compressora após a indução de dor muscular através de um exercício excêntrico de flexão de cotovelo. Porém, mais estudos são necessários para confirmar os benefícios iniciais das roupas de compressão no combate aos sinais e sintomas das lesões induzidas e da dor muscular tardia (BARNETT, 2006; CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003).

Tanto a homeopatia como o ultra-som são técnicas pouco estudadas no âmbito esportivo e os resultados encontrados demonstram pouco ou nenhum efeito dessas técnicas no processo de recuperação pós-exercício (CHEUNG; HUME; MAXWELL, 2003).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Parece certo que uma sessão de exercício de longa duração é capaz de produzir no organismos alterações depressoras, como por exemplo uma acentuada depleção dos estoques de glicogênio muscular e hepático, bem como a ocorrência de lesões musculares induzidas pelo exercício. Estas lesões são decorrentes de um estresse metabólico e mecânico causado pelo exercício, havendo o predomínio de um sobre o outro conforme variam as atividades realizadas. Uma vez que a origem das lesões pode variar de acordo com o exercício realizado é de se esperar que os efeitos neuromusculares, metabólicos e fisiológicos variem também, o que dificulta a utilização de uma intervenção eficiente no combate a estas lesões e que acelere o processo de recuperação pós-exercício.

Dentre os métodos revisados neste trabalho, a suplementação com carboidrato e/ou proteína foi capaz de promover uma ressíntese de glicogênio e proteínas musculares mais acentuada. Além disso, a suplementação com proteína apenas, ou combinada ao carboidrato, também foi eficiente na proteção contra as lesões musculares induzidas pelo exercício, o que favorece ainda mais a ressíntese de glicogênio, uma vez que este processo está prejudicado quando há uma lesão e/ou um processo inflamatório instalado.

Outros métodos como a crioterapia, o contraste, a massagem, a suplementação com antioxidantes e a recuperação ativa, apresentaram resultados inconsistentes, muito provavelmente devido a grande discrepância entre os protocolos utilizados que variam muito quando a dose, frequência, intensidade, duração e momento da aplicação do método recuperativo, assim como o estado de treinamento dos participantes e os exercícios realizados durante o estudo.

O ultra-som, a terapia de oxigênio hiperbárico, as roupas de compressão e a homeopatia apresentam poucos estudos na literatura e seus resultados também são conflitantes, o que não permite que cheguemos a uma conclusão definitiva.

O alongamento mostrou ser pouco eficaz no combate aos sinais e sintomas das lesões musculares induzidas pelo exercício, porém outras técnicas

(facilitação neuromuscular, técnicas de alongamento balístico ou dinâmico) podem vir a ser estudadas e apresentaram resultados diferentes.

Os anti-inflamatórios também apresentaram resultados bastante ambíguos, mas , por terem um potencial efeito prejudicial quando utilizado exacerbadamente e por longos períodos, não são recomendados como uma forma profilática ou terapêutica para as lesões pós-exercício.

Sendo assim, novas pesquisa a respeito da eficácia destes métodos como forma de acelerar o processo de recuperação pós-exercício são extremamente necessárias. Porém deve-se atentar para uma padronização do tipo de exercício utilizado para induzir os efeitos depressores do exercício, bem como da forma como os métodos são utilizados, podendo assim estabelecer um consenso de qual é o principal e mais eficiente método de recuperação a ser aplicado pós-exercícios de longa duração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, S.S. et al. Absorption, distribution, and toxicity of ibuprofen. **Toxicol. Appl. Pharmacol.**, v.15, n.2, p.1310-1330, 1989.

BALDWIN-LANIER, A. Use of anti-inflammatory drugs following exercise-induced muscle injury. **Sports Med**, v. 33, n.3, p.177-185, 2003.

BANGSBO, J. et al. Muscle lactate metabolism in recovery from intense exhaustive exercise: impact of light exercise. **J. Appl. Physiol.**, v.77, n.4, p.1890-1895, 1994.

BARNETT, A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes. **Sports Med.**, v.36, n.9, p.781-796, 2006.

BERNARDI, J.M. et al. Postexercise muscle glycogen recovery enhanced with a carbohydrate-protein supplement. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.38, n.6, p. 1106-1113, 2006.

BERNARDI, J.M.; NORREN, E.E.; LEMON, P.W.R. Recovery from a cycling time trial is enhanced with carbohydrate-protein supplementation vs. isoenergetic carbohydrate supplementation. **Int. J. Sport Nutr.**, v.5, n.24, 2008.

BLOOMER, R.J. The role of nutritional supplements in the prevention and treatment of resistance exercise-induced skeletal muscle injury. **Sports Med.**, v.37, n.6, p.519-532, 2007.

BONEN, A. et al. Mild exercise impedes glycogen repletion in muscle. **J. Appl. Physiol.**, v.58, n.5, p.1622-1629, 2003.

BOSCH, A.N.; DENNIS, S.C.; NOAKES, T.D. Influence of carbohydrate loading on fuel substrate turnover and oxidation during prolonged exercise. **J. Appl. Physiol.**, v.74, n.4, p.1921-1927, 1993.

BRYER, S.C.; GOLDFARB, A.H. Effect of high dose vitamin C supplementation on muscle soreness, damage, function, and oxidative stress to eccentric exercise. **Int. J.**

Sport Nutr. Exerc. Metab., v.16, n.3, p.270-280, 2006.

BURKE, L.M.; READ, R.S. Dietary supplements in sport. **Sports Med.**, v.15, n.1, p.43-65, 1993.

BUROKER, K.C.; SCHWANE, J.A. Does postexercise stretching alleviate delayed muscle soreness? **Phys. Sports Med.**, v.17, n.6, p.65-83, 1989.

BUSSAU, V.A. et al. Carbohydrate loading in human muscle: an improved 1 day protocol. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v.87 n., p.290-295, 2002.

CHEUNG, K.; HUME, P.A.; MAXWELL, L. Delayed onset muscle soreness: Treatment strategies and performance factors. **Sports Med.**, v.33, n.2, p.145-164, 2003.

CHILDS, A. et al. Supplementation with vitamin C and N-acetyl-cystein increases oxidative stress in humans after acute muscle injury induced by eccentric exercise. **Free Radic. Biol. Med.**, v.31, n.6, p.745-753, 2001.

CLOSE, G.L. et al. Ascorbic acid supplementation does not attenuate post-exercise muscle soreness following muscle-damaging exercise but may delay the recovery process. **Br. J. Nutr.**, v.95, n.5, p.976-981, 2006.

CLOSE, G.L. et al. Effects of dietary carbohydrate on delayed onset muscle soreness and reactive oxygen species after contraction induced muscle damage. **Br. J. Sports Med.**, v.39, n.12, p. 948-953, 2005.

COFFEY, V.; LEVERITT, M.; GILL, N. Effect of recovery modality on 4-hour repeated treadmill running performance and changes in physiological variables. **J. Sci. Med. Sports**, v.7, n.1, p.1-10, 2004.

CONNOLLY, D.A. et al. The effects of vitamin C supplementation on symptoms of delayed onset muscle soreness. **J. Sports Med. Phys. Fitness**, v.46, n.3, p.462-467, 2006.

CONNOLLY, D.A.; McHUGH, M.P.; PADILLA-ZAKOUR, O.I. Efficacy of a tart cherry juice blend in preventing the symptoms of muscle damage. **Br. J. Sports Med.**, v.40, n.8, p.679-683, 2006.

COSTILL, D.L. et al. Impaired muscle glycogen after eccentric exercise. **J. Appl. Physiol.**, v.69, n.1, p. 46-50, 1990.

DENNIS, S.C.; NOAKES, T.D.; HAWLEY, J.A. Nutritional strategies to minimize fatigue during prolonged exercise: fluid, electrolyte and energy replacement. **J. Sports Sci.**, v.15, n.3, p.305-313, 1997.

DONNELLY, A.W.; MAUGHAN, R.J.; WHITING, P.H. Effects of ibuprofen on exercise-induced muscle soreness and indices of muscle damage. **Br. J. Sports Med.**, v.24, n.3, p.191-195, 1990.

DUPONT, G. et al. Passive versus active recovery during high-intensity intermittent exercises. **Med Sci Sports Exerc.**, v. 36, n.2, p.302-308, 2004.

ESTON, R.; PETERS, D. Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle injury. **J. Sports Sci.**, v.17, n.3, p. 231-238, 1999.

FEBBRAIO M.A. et al. Preexercise carbohydrate ingestion, glucose kinetics, and muscle glycogen use: effect of the glycemic index. **J. Appl. Physiol.**, v. 89, n.5, p. 1845-1851, 2000(a).

FEBBRAIO, M.A. et al. Effects of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance. **J. Appl. Physiol.**, v.89, n.6, p.2220-2226, 2000(b).

FEBBRAIO, M.A.; STEWART, K.L. CHO feeding before prolonged exercise: effect of glycemic index on muscle glycogenolysis and exercise performance. **J. Appl. Physiol.**, v.81, n.3, p.1115-1120, 1996.

FERREIRA, A.M.D.; BARBOSA, P.E.B.; CEDDIA, R.B. A influência da suplementação de triglicerídeos de cadeia média no desempenho em exercícios de ultra-resistência. **Rev. Bras. Med Esporte**, v.9, n.6, p.413-419, 2003.

FIELDING, R.A. et al. Effect of carbohydrate feeding frequencies and dosage on muscle glycogen use during exercise. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.17, n.4, p. 472-476, 1985.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome.

Med. Sci. Sports Exerc., v.30, n.7, p.1164-1168, 1998.

GILL, N.D.; BEAVEN, C.M.; COOK, C. Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. **Br J Sports Med.**, v.40, n.3, p.260-263, 2006.

GOLDFARB, A.H. Nutritional antioxidants as therapeutic and preventive modalities in exercise-induced muscle damage. **Can. J. Appl. Physiol.**, v.24, n.3, p.249-266, 1999.

GOLDFARB, A.H.; BLOOMER, R.J.; McKENZIE, M.J. Combined antioxidant treatment effects on blood oxidative stress after eccentric exercise. **Med. Sci. Sports. Exerc.**, v.37, n.2, p.234-239, 2005.

GOMES, A.C.; LEITE, G.S. Preparação desportiva: aspectos do controle da carga de treinamento nos jogos coletivos. **Rev. Educ. Fís.**, v.18, n.1, p.97-105, 2007.

GREER, B.K et al. Branched-chais amino acid supplementation and indicators of muscle damage after endurance exercise. **Int. J. Sport Nutr. exerc. Metab.**, v.17, n.6, p.595-607, 2007.

GULICK, D.T. et al. Various Treatment Techniques on Signs and Symptoms of Delayed Onset Muscle Soreness. **J. Athl. Train.**, v.31, n.2, p.145-152, 1996.

HART, J.M.; SWANIK, C.B.; TIERNEY, R.T. Effects of sport massage on limb girth and discomfort associated with eccentric exercise. **J. Athl. Train.**, v.40, n.3, p.181-185, 2005.

HASSON, S.M. et al. Dexamethasone iontophoresis: effect on delayed muscle soreness and muscle function. **Can. J. Sports Sci.**, v.17, n.1, p.8-13, 1992.

HASSON, S.M. et al. Effects of ibuprofen use on muscle soreness, damage and performance: a preliminary investigation. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.25, n.1, p.9-17, 1993.

HASSON, S.M.; WILLIAMS, J.H.; SIGNORILE, J.F. Fatigue-induced changes in myoelectric signal characteristics and perceived exertion. **Can. J. Sports Sci.**, v.14, n.2, p.99-102, 1989.

HELGHEIM, I, et al. The effects of vitamin E on serum enzyme levels following heavy exercise. **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.**, v.1, n.4, p.283-289, 1979.

HERBERT, R.; GABRIEL, M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. **Br. J. Sports Med.**, v.325, n.7362, p.1-5, 2002.

HILBERT, J.E.; SFORZO, G.A., SWENSEN, T. The effects of massage on delayed onset muscle soreness. **Br. J. Sports Med.**, v.37, n.1, p.72-75, 2003.

HINDS, T. et al. Effects of massage on limb and skin blood flow after quadriceps exercise. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.36, n.8, p.1308-1313, 2004.

HOWATSON, G.; GAZE, D.; VAN SOMEREN, K.A. The efficacy of ice massage in the treatment of exercise-induced muscle damage. **Scand. J. Med. Sci. Sports.**, v.15, n.6, p.416-422, 2005.

HOWATSON, G.; VAN SOMEREN, K.A. Ice massage: effects on exercise-induced muscle damage. **J. Sports Med. Phys. Fitness**, v.43, n.4, p.500-505. 2003.

HOWATSON, G.; VAN SOMEREN, K.A. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. **Sports Med.**, v.38, n.6, p.483-503, 2008.

IVY, J.L. et al. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. **J. Appl. Physiol.**, v.93, n.4, p.1337-1344, 2002.

IVY, J.L. et al. Effect of a carbohydrate protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. **Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.**, v.13, n.3, p.383-395, 2003.

IVY, J.L. Glycogen resynthesis after exercise: Effect of carbohydrate intake. **Int. J. Sports Med.**, v.19, n.Suppl 2, p. S142-S145, 1998.

JENTJENS, R.; JEUKENDRUP, A.E. Determinants of post-exercise glycogen synthesis during short-term recovery. **Sports Med.**, v.33, n.2, p.117-144, 2003.

JENTJENS, R.L.P.G. et al. Addition of protein and amino acids to carbohydrates does

not enhance postexercise muscle glycogen synthesis. **J. Appl. Physiol.**, v.91, n.2, p.839-846, 2001.

JEUKENDRUP, A.E.; JENTJENS, R.; MOSELEY, L. Nutritional Considerations in Triathlon. **Sports Med.**, v.35, n.2, p.163-181, 2005.

JOHANSSON, P.H. et al. The effects of pre-exercise stretching on muscular soreness, tenderness and force loss following heavy eccentric exercise. **Scand J Med Sci Sports**, v. 9, n.4 , p.219-225, 1999.

KAMINSKY, M.; BOAL, R. An effect of ascorbic acid on delayed onset muscle soreness. **Pain.**, v.50, n.3, p.317-321, 1992.

KAMMER, L. et al. Cereal and nonfat milk support muscle recovery following exercise. **Int. J. Sport Nutr.**, v.6, n.11, 2009.

KANTER, M.M.; NOLTE, L.A.; HOLLOSZY, J.O. Effects of an antioxidant vitamin mixture on lipid peroxidation at rest and postexercise. **J. Appl. Physiol.**, v.74, n.2, p.965-969, 1993.

KAVOURAS, S.A.; TROUP, J.P.; BERNING, J.R. The influence of low versus high carbohydrate diet on a 45-min strenuous cycling exercise. **Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.**, v.14, n.1, p.62-72, 2003.

KERKSICK, C. et al. International society of sports nutrition position stand: Nutrient timing. **J. Int. Soc. Sports Nutr.**, v.5, n.17, 2008.

KOH, T.J.; BROOKS, S.V. Lengthening contractions are not required to induce protection from contraction-induced muscle injury. **Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.**, v.281, n.1, p.155-161, 2001.

KRAEMER, W.J. et al. Continuous compression as an effective therapeutic intervention in treating eccentric-exercise-induced muscle soreness. **J. Sport Rehabil.**, v.10, n.1, p.11-23, 2001.

KRISANDA, J.M.; MORELAND, T.S.; KUSHMERICK, M.J. ATP supply and demand during exercise. In: HORTOSN, E.S.; TERJUNG, R.L.(Eds). **Exercise, nutrition, energy and metabolism**. New York: Mc-Millan, 1988. p.27-44.

KUIPERS, H. et al. Influence of a prostaglandin-inhibiting drug on muscle soreness after eccentric work. **Int. j. Sports Med.**, v.6, n.6, p.339-339, 1985.

LAMBERT, M.I. et al. Electro-membrane microcurrent therapy reduces signs and symptoms of muscle damage. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.34, n.4, p.602-607, 2002.

LANIER, A.B. Use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs following exercise-induced muscle injury. **Sports Med.**, v.33, n.3, p. 177-186, 2003.

LUND, H. et al. The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following eccentric exercise. **Scand J Med Sei Sports**, v. 8, n.4 , p.216-221, 1998.

MARTIN, V. et al. Effects of reeovery modes after knee extensor museles eecentrie contractions. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.36, n.11, p.1907-1915, 2004.

MASTALOUDIIS, A. et al. Antioxidants did not prevent muscle damage in response to an ultramarathon run. **Med. Sci. Sports. Exerc.**, v.38, n.1, p.72-80, 2006.

McAINCH, A.J.; FEBBRAIO, M.A.; PARKIN, J.M.; et al. Effect of active versus passive recovery on metabolism and performance during subsequent exercise. **Int. J. Nutr. Exerc. Metab.**, v.14, n.2, p.185-189, 2004.

McBRIDE, J.M. et al. Effect of resistance exercise on free radical production. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.30, n.1, p.67-72, 1998.

McCONNELL, G. et al. Muscle metabolism during prolonged exercise in humans: influence of carbohydrate availability. **J. Appl. Physiol.**, v.87, n.3, p. 1083-1086, 1999.

MONTEIRO, M.F.; SOBRAL FILHO, D.C. Exercício físico e o controle da pressão arterial. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.10, n.6, p.513-516, 2004 .

MORTON, R.H. Contrast water immersion hastens plasma lactate decrease after intense anaerobic exercise. **J. Sci. Med. Sports**, v.10, n.6, p.467-470, 2007.

NELSON, M.R.; CONLEE, R.K.; PARCELL, A.C. Inadequate carbohydrate intake

following prolonged exercise does not increase muscle soreness after 15 minutes of downhill running. **Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.**, v.14, n.2, p.171-184, 2004.

NICHOLAS, C.W. et al. Influence of ingesting a carbohydrate-electrolyte solution on endurance capacity during intermittent, high-intensity shuttle running. **J. Sports Sci.**, v.13,n.4, p.283-290, 1995.

NOAKES, T.D. Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. **Scand. J. Med. Sci. Sports.** v.10, n.3, p.123-145, 2000.

NOSAKA, K.; SACCO, P.; MAWATARI, K. Effects of amino acid supplementation on muscle soreness and damage. **Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.**, v.16, n.6, p.620-635, 2006.

O'GRADY, M. et al. Diclofenac sodium (Voltaren) reduced exercise-induced injury in human skeletal muscle. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 32, n.7, p. 1191-1196, 2000.

PADDON-JONES, D.J.; QUIGLEY, B.M. Effects of cryotherapy on muscle soreness and strength following eccentric exercise. **Int. J. Sports Med.**, v.18, n.8, p.588-593. 1997.

PASTRE, C.M. et al. Métodos de recuperação pós-exercício: uma revisão sistemática. **Rev. Bras. Med. Esporte.** v.15, n.2, p.138-144, 2009.

PATTERSON, S.D.; GRAY, S.C. Carbohydrate-gel supplementation and endurance performance during intermittent high-intensity shuttle running. **Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.**, v.17, n.5, p. 445-455, 2007.

PIZZA, F.X. et al. Anti-inflammatory doses of ibuprofen: effect on neutrophils and exercise-induced muscle injury. **Int. J. Sports Med.**, v.20, n.2, p.98-102, 1999.

PIZZA, F.X. et al. Muscle inflammatory cells after passive stretches, isometric contractions, and lengthening contractions. **J. Appl. Physiol.**, v.92, n.5, p.1873,1878, 2002.

PLATONOV, V.N. **La adaptación en el deporte**. Barcelona: Paidotribo, 1992.

POWERS, S.K. et al. Dietary antioxidants and exercise. **J. Sports Sci.**, v.22, n.1, p.81-94, 2004.

RAUCH, L.H.G. et al. Fuel metabolism during ultra-endurance exercise. **Pflügers Arch.**, v.436, n.2, p.211-219, 1998.

RODENBURG, J.B. et al. Warm-up, stretching and massage diminish harmful effects of eccentric exercise. **Int. J. Sports Med.**, v.15, n.7, p.414-419, 1994.

SACHECK, J.M. et al. Effect of vitamin E and eccentric exercise on selected biomarkers of oxidative stress in young and elderly men. **Free Radic. Biol. Med.**, v.34, n.12, p.1575-1588, 2003.

SATOSHI, S. et al. Exercise-induced muscle lipid peroxidation and leakage of enzymes before and after vitamin E supplementation. **Int. J. Biochem.**, v.21, n.8, p.835-838, 1989.

SAUNDERS, M.J.; KANE, M.D.; TODD, K. Effects of a carbohydrate protein beverage on cycling endurance and muscle damage. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.36, n.7, p.1233-1238, 2004.

SAUNDERS, M.J.; LUDEN, N.D.; HERRICK, J.E. Consumption of an oral carbohydrate- protein gel improves cycling endurance and prevents postexercise muscle damage. **J. Strength Cond. Res.**, v.21, n.3, p.678-684, 2007.

SAYERS, S.P. et al. Effect of ketoprofen on muscle function and sEMG activity after eccentric exercise. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.33, n.5, p.702-710, 2001.

SHAFAT, A. et al. Effects of dietary supplementation with vitamins C and E on muscle function during and after eccentric contractions in humans. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v.93, n.1-2, p.196-202, 2004.

SMITH, L.L. et al. The effects of athletic massage on delayed onset muscle soreness, creatine kinase, and neutrophil count: a preliminary report. **J. Orthop. Sports Phys. Ther.**, v.19, n.2, p. 93-99, 1994.

SUZUKI, M. et al. Effect of incorporating low intensity exercise into recovery period after a rugby match. **Br. J. Sports Med.**, v.38, n.4, p.436-440, 2004.

TAKAHASHI, T. et al. Effects of the muscle pump and body posture on cardiovascular responses during recovery from cycle exercise. **Eur J Appl Physiol.**, v.94, n.5-6, p.576-583, 2005.

TEE, J.C.; BOSCH, A.N.; LAMBERT, M.I. Metabolic consequences of exercise-induced muscle damage. **Sports Med.**, v.37, n.10, p.827-836, 2007.

THOMPSON, D. et al. Prolonged vitamin C supplementation and recovery from damaging exercise. **Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.**, v.11, n.4, p.466-481, 2001.

TIIDUS, P.M.; SHOEMAKER, J.K. Effleurage massage, muscle blood flow and long-term post-exercise strength recovery. **Int. J. Sports Med.**, v.16, n.7, p.478-483, 1995.

TOKMAKIDIS, S.P. et al. The effects of ibuprofen on delayed muscle soreness and muscular performance after eccentric exercise. **J. Strength Cond. Res.**, v. 17, n.1, p. 53-59, 2003.

VAN LOON, L.; SARIS, W.H.; KRUIJSHOOP, M. Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.72, n.1, p. 106-111, 2000.

VICKERS, A.J. Time course of muscle soreness following different types of exercise. **BMC Musculoskelet Disord.**, v.2, n.5, 2001.

WARHOL, M.J. et al. Skeletal muscle injury and repair in marathon runners after competition. **Am. J. Pathol.**, v.118, n.2, p.331-339, 1985.

WEBER, M.D.; SERVEDIO, F.J.; WOODALL, W.R. The effects of three modalities on delayed onset muscle soreness. **J. Sports Phys. Ther.**, v.20, n.5, p.236-242, 1994.

WESSEL, J.; WAN, A. Effect of stretching on the intensity of delayed-onset muscle soreness. **Clin. J. Sports Med.**, v.4, n.2, p.83-87, 1994.

WHITE, J.P. et al. Effect of carbohydrate-protein supplement timing on acute exercise-induced muscle damage. **J. Int. Soc. Sports Nutr.**, v.5, n.5, 2008.

WIDRICK, J.J. et al. Carbohydrate feedings and exercise performance: effect of initial

muscle glycogen concentration. **J. Appl. Physiol.**, v. 74, n.6, p. 2998-3005, 1993.

WOJCIK, J.R. et al. Comparison of carbohydrate and milk-based beverages on muscle damage and glycogen following exercise. **Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.**, v.11, n.4, p. 406-419, 2001.

YACKZAN, L.; ADAMS, C.; FRANCIS, K.T. The effects of ice massage on delayed muscle soreness. **Am. J. Sports Med.**, v.12, n.2, p.159-165, 1984.

YANAGISAWA, O. et al. The use of magnetic resonance imaging to evaluate the effects of cooling on skeletal muscle after strenuous exercise. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 89, n.1, p.53-62, 2003.

YESSIS, M. **Entrenamiento deportivo**. Barcelona: Martinez Roca, 1987.

ZAINUDDIN, Z. et al. Effects of massage on delayed-onset muscle soreness, swelling, and recovery of muscle function. **J. Athl. Train.**, v.40, n.3, p.174-180, 2005.